

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :

2 772 887

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national :

97 16740

(51) Int Cl<sup>6</sup> : F 23 C 9/00, F 23 C 1/00, 7/00, F 23 L 7/00, F 23 D 17/  
00 // F 27 B 7/34

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 24.12.97.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : ENTREPRISE GENERALE DE  
CHAUFFAGE INDUSTRIEL PILLARD Société anonyme  
— FR.

(43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 25.06.99 Bulletin 99/25.

(72) Inventeur(s) : PILLARD JEAN CLAUDE, GAUTHIER  
JEAN CLAUDE et PIZANT JACQUES.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : Se reporter à la fin du  
présent fascicule

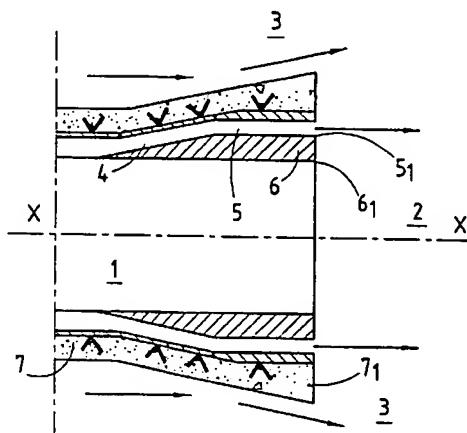
(73) Titulaire(s) :

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(74) Mandataire(s) : BEAU DE LOMENIE.

### (54) BRULEUR A FAIBLE EMISSION D'OXYDE D'AZOTE AVEC CIRCUIT DE GAZ RECYCLE.

(57) La présente invention a pour objet un brûleur à faible émission d'oxyde d'azote avec circuit de gaz recyclé comportant au moins deux conduits sensiblement concentriques d'alimentation en combustible et en air de combustion primaire représentant au maximum 15% de l'air total, lesquels conduits forment ensemble une buse (1) d'axe XX' à la sortie de laquelle peut se réaliser le début de la combustion (2) et autour de laquelle est amené l'air secondaire (3) représentant au moins 85% de l'air total et ayant une température de plus de 500 °C; ledit brûleur comporte au moins quatre circuits d'alimentation indépendants dont l'un alimente un conduit annulaire (4) entourant l'ensemble (1) desdits conduits d'alimentation en combustible et en air primaire, à l'intérieur duquel est injecté du gaz appauvri en oxygène, et à l'extérieur duquel est amené l'air secondaire (3), l'orifice de sortie (5) dudit conduit annulaire (4) étant décalé radialement par rapport au conduit concentrique le plus externe de la buse (1) par un moyeu annulaire d'épaisseur d'au moins 25 mm et de 3 à 8 % du diamètre D de ladite buse.



FR 2 772 887 - A1



## BRULEUR A FAIBLE EMISSION D'OXYDE D'AZOTE AVEC CIRCUIT DE GAZ RECYCLE

La présente invention a pour objet un brûleur à faible émission  
5 d'oxyde d'azote avec circuit de gaz recyclé.

Le secteur technique de l'invention est la réalisation de brûleur  
pouvant utiliser un ou plusieurs combustibles simultanément ou non,  
avec des aménagements particuliers de conduits d'alimentation en air  
et/ou autres gaz.

10 L'application principale de l'invention est son utilisation dans des  
brûleurs pour fours tubulaires rotatifs, dans lesquels au moins un  
combustible et de l'air de combustion primaire sont amenés dans au  
moins deux conduits concentriques disposés autour d'un conduit  
central, le reste de l'air dit secondaire est amené à l'extérieur de ces  
15 conduits.

Dans un mode de réalisation préférentiel, ces brûleurs comportent  
au moins deux conduits annulaires alimentant l'air primaire, l'un sous  
forme d'un courant d'air tourbillonnant comportant des composants  
d'écoulement périphériques, et l'autre sous forme de courant d'air axial  
20 comportant des composants d'écoulement sensiblement axial ; lesquels  
deux conduits de courant d'air primaire sont disposés radialement à  
l'extérieur de tout conduit de combustible dont en particulier au moins  
un conduit annulaire d'alimentation en charbon pulvérisé ; et le conduit  
central, à l'intérieur duquel est glissé une canne d'alimentation de  
25 combustible au moins de démarrage, est partiellement obturé par un  
stabilisateur de flamme en forme de bride entourant son ouverture  
centrale où débouche ladite canne, et comportant des ouvertures pour le  
passage d'une petite partie de l'air de combustion primaire soit au plus  
20% de cet air, de telle façon que, dans la zone centrale située en aval  
30 dudit stabilisateur, ne se produise aucune combustion notable du  
combustible, qualifiant ladite zone centrale de morte : un tel brûleur est  
décrit et revendiqué dans le brevet européen 421 903 publié le 10 avril  
1991 et déposé par le même déposant que pour la présente invention.

La présente invention peut être en fait considérée comme un perfectionnement apporté à de tels brûleurs et plus généralement à tout brûleur que l'on peut qualifier de moderne comportant lesdits conduits d'alimentation en combustible et en air de combustion primaire 5 représentant au maximum 15% de l'air total, lesquels conduits formant ensemble une buse destinée à être montée sur un orifice prévu pour cela dans la paroi de l'enceinte formant le foyer du four ou chambre à combustion, et autour de laquelle est amené l'air secondaire représentant au moins 85% de l'air total et ayant une température de 10 plus de 500°C.

L'objectif de la présente invention est de diminuer la formation des oxydes d'azote qui se forment, soit par l'oxydation de composés azotés existant dans le combustible et dit NO<sub>x</sub> combustible, soit dans l'air de combustion lui-même par l'oxydation de l'azote qui se produit 15 en présence d'oxyde atomique ou d'autres radicaux oxydants, quand la température est très élevée dans le foyer de combustion et qualifiée de NO<sub>x</sub> thermique ; lequel objectif devant être atteint en conservant une bonne plage de réglage de l'allure de marche du brûleur avec une flamme stable.

20 De nombreux procédés et dispositifs ont été développés, et certains ont été brevetés, tel qu'en particulier ceux réduisant la teneur en oxygène dans la flamme par l'utilisation d'une recirculation des fumées présentes dans le foyer afin de les recombiner avec l'air de combustion : une telle recirculation utilisant des systèmes d'aspiration 25 et d'injection de ce gaz de fumées est connue depuis longtemps et est parfois combinée suivant le cas avec l'étagement de l'alimentation en combustible.

On peut citer par exemple dans ce domaine les demandes de brevet précédentes de la société EGCI PILLARD, déposant de la 30 présente invention, telle que la demande de brevet FR2706985 publiée le 30 décembre 1994 et intitulée "brûleur à combustibles liquides ou gazeux à très faible émission d'oxyde d'azote", ou encore la demande de brevet FR2518222 publiée le 6 octobre 1995 et intitulée

"perfectionnement de brûleur à combustibles gazeux à très faible émission d'oxyde d'azote" ; on pourra se reporter utilement à l'introduction et à la description de ces deux demandes de brevet pour bien comprendre l'intérêt et les diverses possibilités connues de 5 réalisation pour diminuer l'émission d'oxyde d'azote : cette diminution est en effet de plus en plus recherchée par les utilisateurs de brûleurs, en particulier du fait des normes existantes en matière d'environnement et de rejets dans l'atmosphère, qui sont de plus en plus contraignantes.

On pourrait citer également le brevet européen 0279913 publié le 10 31 août 1988 et déposé sous priorité allemande par la société INGENIEURBUREAU SONVICO intitulé "brûleur pour la combustion de combustibles liquides ou gazeux" : ce document enseigne un dispositif apportant l'air sous forme étagée en trois parties (air primaire, air secondaire, air tertiaire) avec un apport de gaz de fumées 15 entre l'air secondaire et l'air tertiaire afin de retarder le déroulement de la combustion et empêcher d'atteindre des températures de flammes élevées, ce qui agit à l'encontre de la formation des oxydes azotés qui dans le cas de combustibles liquides ou gazeux, sont essentiellement thermiques.

20 En effet, dans le brûleur décrit dans ce document, l'essentiel de l'air est amené à l'intérieur du cylindre défini par le conduit apportant lesdites fumées, contrairement à la présente invention pour laquelle l'air primaire ne représente au maximum que 15% de l'air total, et seul l'air tertiaire est situé à l'extérieur de celui-ci et alimenté par des buses 25 convergeant vers l'axe du foyer (contrairement également à la présente invention pour laquelle on retarde la mélange de l'air extérieur avec la flamme) ; de tels brûleurs peuvent comporter des lances à combustibles extérieures aux conduits d'air primaire et secondaire, et au conduit de fumée pour injecter du combustible vers l'intérieur de la chambre de 30 combustion et d'une manière convergente. Il s'agit donc d'un brûleur particulier dans lequel l'apport étagé de l'air tertiaire et l'addition de fumées recyclées permettent de baisser la température de la flamme et donc de réduire la formation du NO<sub>X</sub> essentiellement thermique.

Cependant, la configuration et les moyens décrits permettant une telle addition de fumée ne permettent pas de réduire suffisamment le taux de NO<sub>x</sub> pour les brûleurs dans lesquels l'air primaire représente déjà moins de 15% de l'air total, comme pour les brûleurs objet de 5 l'application principale de la présente invention tel qu'indiqué en introduction et en particulier utilisant du combustible solide ; et de plus dans une application de fours de cimenterie, il ne faut pas réduire la température de la flamme comme recherché dans ce document de l'art antérieur : au contraire dans les applications de l'invention, si l'on veut 10 réduire les oxydes d'azote il faut en même temps garder une flamme rayonnante.

L'objectif de la présente invention est en effet de réduire, encore plus que par les dispositifs connus à ce jour, la formation de NO<sub>x</sub> tant thermique que combustible pour de tels brûleurs comportant au moins 15 deux conduits sensiblement concentriques d'alimentation en combustible et en air de combustion primaire représentant au maximum 15% de l'air total, lesquels conduits formant ensemble une buse à la sortie de laquelle peut se réaliser le début de la combustion et autour de laquelle est amené l'air secondaire représentant au moins 85% de l'air 20 total et ayant une température de plus de 500 °C : suivant la présente invention, on atteint cet objectif avec un brûleur comportant au moins quatre circuits d'alimentation indépendants dont l'un alimente un conduit annulaire entourant l'ensemble desdits conduits d'alimentation en combustible et en air primaire, à l'intérieur duquel est injecté du gaz 25 appauvri en oxygène, et à l'extérieur duquel est amené l'air secondaire, le bord intérieur de l'orifice de sortie dudit conduit annulaire étant décalé radialement par rapport au bord externe du conduit concentrique le plus externe de la buse par un moyeu annulaire d'épaisseur d'au moins 25 mm et de 3 à 8 % du diamètre de ladite buse.

30 Suivant un mode préférentiel de réalisation la vitesse de sortie du gaz appauvri en oxygène est plus faible que celle  $V_c$  de l'air primaire, et de l'ordre de grandeur de celle  $V_s$  de l'air secondaire ; de plus, l'orifice de sortie du conduit annulaire peut diverger et former un angle  $\alpha$

compris entre 2 et 10° par rapport à l'axe du brûleur, et ledit gaz appauvri en oxygène est de préférence du gaz de fumées recyclé, ou de la vapeur d'eau ou un mélange de vapeur et de fumées.

Suivant un mode de réalisation particulier ledit brûleur peut 5 comporter également à l'extérieur de la protection du conduit concentrique le plus externe et vers l'orifice de sortie de celui-ci, des obstacles aptes à dévier et écarter de l'axe de la buse le flux du courant d'air secondaire.

Le résultat est de nouveaux brûleurs à faible émission d'oxyde 10 d'azote spécifiquement adaptés aux fours tubulaires rotatifs et permettant en particulier de perfectionner les brûleurs suivant l'application principale énoncée en introduction et plus particulièrement ceux du type décrit dans le brevet EP421903.

En effet, d'une part la présence d'obstacles en couronne 15 extérieure sur le brûleur, et surtout et d'autre part le rajout d'un conduit annulaire, qui entoure l'ensemble des conduits d'alimentation en combustibles et en air primaire, est alimenté en gaz appauvri en oxygène, et est disposé à une distance minimum par rapport au conduit le plus externe d'alimentation en air primaire, éloignent de celui-ci le 20 flux d'air secondaire et permet de retarder l'échange d'énergie, et donc leur mélange, entre ces divers flux : ceux-ci arrivent en effet à des vitesses différentes, la vitesse de l'air secondaire étant de l'ordre de 10 à 50 mètres par seconde, alors que celle de l'air primaire est de l'ordre de 150 à 200 mètres par seconde.

25 En l'absence de l'écran suivant l'invention, créé par le gaz appauvri en oxygène ou les fumées et/ou vapeur d'eau, les deux flux d'air se mélangent alors bien entendu très rapidement et, enrichissant en oxygène le mélange air combustible, provoque tout aussi rapidement l'oxydation de l'azote de l'air de combustion et/ou du combustible en 30 NO<sub>x</sub> : par contre avec un tel écran réalisé suivant l'invention, on crée d'une manière inattendue une sorte de guide isolant pendant un trajet, plus ou moins long dépendant des modes particuliers de réalisation tels que décrits ci-après, entre l'air secondaire et l'air primaire, retardant

ainsi leur mélange. Un tel écran de fumée et ou de vapeur d'eau, dont l'orifice de sortie est décalé par rapport à celui de l'air primaire le plus externe, et ayant une vitesse plus faible que celui-ci, facilite la création de remous entre cedit gaz appauvri et cet air primaire, créant un espace annulaire stabilisateur maintenant l'air primaire et le combustible à l'intérieur du guide ainsi formé et retardant d'autant plus son mélange avec l'air secondaire.

De plus, par ce rajout de fumées et/ou de vapeur d'eau, le mélange d'air primaire et de combustibles est ainsi appauvri en oxygène, ce qui a certes un effet de réduction de  $\text{NO}_x$ , déjà obtenu et réalisé dans de nombreuses demandes de brevet antérieures telles que rappelées ci-dessus, mais ici, on l'obtient sans vouloir trop refroidir la flamme (la vapeur d'eau crée un écran thermique réfléchissant en particulier les infrarouges) : cependant un tel appauvrissement affaiblit normalement la stabilité de la flamme alors que suivant la présente invention, la création d'un espace annulaire stabilisateur formant guide permet, malgré cet appauvrissement, de maintenir une bonne stabilité de ladite flamme, ce qui est un avantage supplémentaire d'un tel écran disposé suivant la présente invention.

La vapeur d'eau, en créant un écran thermique, renforce l'effet d'isolant entre l'air primaire et l'air secondaire en retardant leur mélange, et cela d'autant mieux qu'elle ne consomme pas d'énergie contrairement à de la vaporisation d'eau.

On pourrait citer d'autres avantages de celle-ci, mais ceux cités ci-dessus en montrent déjà suffisamment pour en prouver la nouveauté et l'intérêt.

La description et les figures ci-après représentent des exemples de réalisation de l'invention, mais n'ont aucun caractère limitatif : d'autres réalisations sont possibles, dans le cadre de la portée et de l'étendue de l'invention, en particulier en utilisant diverses configurations de brûleurs connus avec des conduits d'alimentation en air et en combustible constituant la buse centrale.

La figure 1 est une vue en coupe longitudinale simplifiée d'un brûleur suivant l'invention.

La figure 2 est une vue en coupe d'un autre exemple de réalisation d'un brûleur suivant l'invention.

5 La figure 3 est une vue de face d'un brûleur de type de ceux de la figure 1 et 2 avec un conduit annulaire continu.

Les figures 4a et 4b sont des vues de face des mêmes brûleurs des figures 1 et 2 que pour la figure 3 mais avec un conduit annulaire discontinu.

10 La figure 5 est une vue en coupe longitudinale d'un brûleur suivant l'invention et utilisé comme perfectionnement d'un brûleur tel que décrit dans le brevet EP421903.

La figure 6 est une vue perspective simplifiée en écorché d'un conduit d'alimentation en combustible pulvérulent afin de créer des 15 flammes séparées, complétant un mode de réalisation particulier d'un brûleur suivant l'invention.

La présente invention s'applique à tout brûleur comportant au moins deux conduits sensiblement concentriques d'alimentation en combustible et en air de combustion primaire représentant au maximum 20 15% de l'air total, lesquels conduits forment ensemble une buse 1 d'axe XX' tel que représenté sur les figures 1 à 4 par un simple cylindre de diamètre D et précisé dans un mode particulier de réalisation sur la figure 5.

La combustion 2 a donc lieu en aval de cette buse 1 25 autour de laquelle est amené l'air secondaire 3 représentant au moins 85% de l'air total et ayant une température de plus de 500°C. Une représentation générale extérieure d'un exemple de brûleur complet peut être consultée suivant la figure 1 du brevet européen EP421903.

30 Suivant la présente invention, un tel brûleur comporte au moins quatre circuits d'alimentation indépendants dont l'un alimente un conduit annulaire 4 entourant l'ensemble 1 desdits conduits d'alimentation en combustible et en air primaire, à l'intérieur duquel est injecté du gaz appauvri en oxygène, et à l'extérieur duquel est amené

l'air secondaire 3. Le bord interne 5<sub>1</sub> de l'orifice de sortie 5 dudit conduit annulaire 4 est décalé radialement par rapport au bord externe 6<sub>1</sub> du conduit concentrique le plus externe de la buse 1 par un moyeu annulaire 6 d'épaisseur "d" d'au moins 25 mm et de 3 à 8% du diamètre D de ladite buse 1 afin de générer un remous par la création de tourbillon de Karman, tout en n'étant pas trop épais pour éviter des problèmes d'encrassement de la surface externe du moyeu 6 et une rupture trop importante d'écoulement aérodynamique qui pourrait aller à l'encontre du but recherché ; un homme du métier prenant connaissance de l'effet recherché par la présente invention est à même de déterminer les caractéristiques dudit moyeu annulaire 6 sans qu'il soit nécessaire d'en donner toutes les explications dans la présente description.

Comme représenté sur la figure 1, l'orifice de sortie 5 du conduit annulaire 4 peut diverger et former un angle  $\alpha$  compris entre 2 et 10° par rapport à l'axe XX' du brûleur afin d'écartier encore plus l'air secondaire 3 et de retarder ainsi son mélange avec celui constitué par l'air primaire et le combustible alimenté par les conduits de la buse 1.

Suivant la représentation de la figure 1, l'orifice de sortie dudit conduit annulaire 5 peut être également concentrique sans divergence par rapport à l'axe XX'.

La vitesse de sortie  $V_g$  du gaz appauvri en oxygène ou fumée est de l'ordre de grandeur de celle  $V_s$  de l'air secondaire 3, soit de 10 à 50 mètres par seconde, de préférence de l'ordre de 15 mètres par seconde, soit significativement plus faible que celle  $V_c$  de l'air primaire qui est alimenté en assez grande pression pour obtenir une vitesse de sortie de l'ordre de 150 à 200 mètres par seconde, soit en général de l'ordre de 170 mètres par seconde. La définition du gaz appauvri en oxygène est celle d'un gaz composé de moins de 21% en oxygène : il peut donc s'agir du gaz de fumée recyclé sortant de la chambre de combustion où se situe le brûleur suivant l'invention, ou de gaz de fumée en provenance d'autres sources, ou même de vapeur d'eau, ou d'un mélange de vapeur et de fumées.

Suivant différentes possibilités de réalisation, l'orifice de sortie 5 dudit conduit annulaire 4 peut être une couronne ouverte continue telle que représentée sur la figure 3 ou discontinue et comporter plusieurs ouvertures, soit de forme rectangulaire sur toute l'épaisseur e du 5 conduit 4 tel que représenté sur la figure 4a, soit sous forme d'orifices 5<sub>2</sub> de forme arrondie, tel que circulaire, représentés sur la figure 4b.

Sur la figure 5, la buse 1 d'axe XX' est celle décrite dans le brevet EP421903 déjà évoqué précédemment, et constituant un mode de réalisation préférentiel du brûleur suivant l'invention : les orifices de 10 sortie des conduits d'alimentation en air primaire sont disposés radialement à l'extérieur de toute sortie de conduit de combustibles, aussi bien par la canne 10 située dans l'axe du conduit central 8 que par le conduit périphérique 9 dans lequel est envoyé préférentiellement du charbon pulvérisé. Lesdits orifices de sortie alimentent la buse 1 en air 15 axial et en air tourbillonnant par au moins deux conduits 12, 13 concentriques et le conduit central 8, à l'intérieur duquel est positionné un porte-buse 10, est partiellement obturé par un stabilisateur de flamme 8 en forme de bride entourant son ouverture centrale 10<sub>1</sub> où débouche ledit porte-buse 10 ; ledit stabilisateur de flamme 8 comporte 20 des ouvertures pour le passage d'une partie de l'air de combustion primaire soit au plus 20% de cet air de telle façon que, dans la zone centrale 2<sub>1</sub> située en aval dudit stabilisateur 8, ne se produit aucune combustion notable du combustible qualifiant ladite zone centrale 2<sub>1</sub> de morte.

25 De préférence, la quantité d'air primaire envoyée dans ladite zone centrale morte 2<sub>1</sub> est comprise entre 1% et 20% de la totalité de l'air primaire et de préférence inférieure à 10%, et la proportion d'air de combustion primaire est comprise entre 2 et 10% de l'air total de combustion et de préférence inférieure à 6%.

30 Le stabilisateur de flamme 8 est de préférence décalé axialement en arrière par rapport à l'ensemble des ouvertures concentriques de sortie de l'air primaire et des combustibles solides ou gazeux.

Le stabilisateur de flamme 8 est disposé à l'extrémité avant d'un porte-buse 10 à l'intérieur duquel est en fait glissée une canne d'alimentation en combustible liquide, servant essentiellement au démarrage du brûleur. L'ouverture de sortie de l'air axial 13 est celle située radialement le plus à l'extérieur possible de l'ensemble des conduits d'alimentation en air primaire et comporte un bord externe 14 qui déborde axialement vers l'avant et constitue le bord interne 6<sub>1</sub> du moyeu 6 le séparant du canal extérieur 4 de gaz appauvri en oxygène.

Pour compléter l'effet d'écran, créé par l'amenée de gaz appauvri en oxygène, tel que fumées et/ou vapeur d'eau, entre l'air secondaire 3 et l'air primaire, afin d'aider à diminuer la formation d'oxyde d'azote, on peut étager également l'air secondaire lui-même en rajoutant à l'extérieur de la protection 7 du conduit concentrique le plus externe, soit en fait celui 4 de l'alimentation en fumée ou gaz appauvri en oxygène, et vers l'orifice de sortie 5 de celui-ci, des obstacles 7<sub>1</sub> aptes à dévier et écarter de l'axe XX' de la buse 1 le flux du courant d'air secondaire 3 ; de tels obstacles 7<sub>1</sub> peuvent former une couronne continue en forme de cône divergeant depuis la surface continue externe de la protection 7 ou être constituée de blocs séparés formant de face une couronne crantée.

Par ailleurs, il a été constaté que la formation de plusieurs flammes de combustion résultant de la formation de plusieurs veines de combustible solide à la sortie de la buse du brûleur, aboutit, en plus de l'écran défini précédemment, à une réduction de la formation d'oxyde d'azote, cette réduction étant en particulier augmentée lorsqu'on applique l'invention à un brûleur équipé de plusieurs conduits d'alimentation en air axial et en air tourbillonnant qui sont disposés à l'extérieur du conduit d'alimentation en combustible solide, tel que décrit ci-dessus.

Ledit brûleur comporte au moins pour cela deux obstacles 67, tels que représentés sur les figures 5 et 6, prévus dans le conduit d'alimentation 9 en combustible, et qui divisent celui-ci en au moins deux canaux au voisinage de l'orifice de sortie de ce conduit, c'est à dire

de la buse 1 du brûleur, de manière à provoquer la séparation de la veine incidente de combustible solide en au moins deux veines pour permettre la formation d'au moins deux flammes.

Par référence aux figures 5 et 6, dans un mode particulier de 5 réalisation, ledit conduit 9 d'alimentation en combustible solide comporte une partie amont située à droite sur ces figures, qui est munie d'une section transversale annulaire ; du fait de la présence, tel que représenté sur la figure 6, de cinq obstacles 67 en forme de coin profilé triangulaire, le conduit 9 se divise en cinq canaux 91, 92, 93, 94, 95 qui 10 sont chacun délimités par, d'une part la face externe 66A de la paroi 66 séparant le conduit 9 du conduit 11, d'autre part la face interne 68A de la paroi 68 séparant le conduit 9 du conduit 12, et également des faces latérales 73 des obstacles 67 en forme de coin ; ceux-ci s'étendent à partir de leur extrémité arrière 70 effilée ou profilée, et leur section 15 transversale s'élargit ou augmente de leur bord d'attaque 70 jusqu'à leur section terminale 71 correspondant à l'extrémité ou face frontale de la buse.

Afin de limiter l'augmentation de vitesse résultant de la diminution de la section de passage libre du combustible solide dans 20 lesdits canaux, et même pour maintenir la vitesse du combustible solide sensiblement identique dans les canaux et par rapport à celle dans la partie amont du conduit d'alimentation 9, on maintient une section de passage du combustible solide sensiblement constante entre la partie amont du conduit de section complètement annulaire et la partie aval 25 munie des obstacles 67 et divisée en cinq canaux : le rayon interne de la veine reste par exemple constant du fait d'une surface 66A cylindrique, le rayon externe 61 correspondant au rayon de la face 68A externe au voisinage des orifices de sortie des canaux 91 à 95, est supérieur au rayon 60 de la partie amont du conduit 9 de section annulaire, afin de 30 pallier la diminution de section libre résultant de la présence de ces obstacles 67. La hauteur (mesurée radialement) des canaux séparés 91 à 95 par lesdits obstacles 67 du conduit d'alimentation 9 en combustible

solide, est alors plus importante que la hauteur de la partie du conduit situé en amont des obstacles.

Selon des modes préférentiels de réalisation de l'invention :

- lesdits obstacles 67 sont en forme de nervures ou cloisons épaisse, de section transversale variable, de préférence de profil et de section transversale continûment variable, par exemple en forme de coin et de forme allongée le long de l'axe longitudinal commun des extrémités de conduits, pour limiter ou éviter l'abrasion du conduit et/ou des obstacles par les particules de combustible solide, pour éviter une perte de vitesse et la nécessité d'une mise en surpression du combustible solide, tout en séparant le flux de combustible solide en plusieurs veines 91 à 95 nettement séparées à la sortie de la buse ;

- ledit brûleur comporte au moins trois et de préférence au plus douze obstacles 67, en particulier de trois à six obstacles sensiblement régulièrement répartis le long de la périphérie ou circonférence du conduit annulaire et disposés à proximité de l'orifice de sortie du conduit d'alimentation 9 pour permettre la formation d'au moins trois flammes de forme et de taille similaire ou identique et réparties autour de l'axe longitudinal commun selon une symétrie de rotation ;

- ledit brûleur comporte un conduit d'alimentation 13 en air dit axial, éjecté par un orifice de sortie selon une direction sensiblement parallèle à l'axe longitudinal commun des conduits du fait en particulier de la surface interne 14, cylindrique du bord externe 14 qui déborde axialement vers l'avant des conduits d'air : cet air primaire est guidé par des cloisons ou nervures ou ailettes prévues dans le conduit 13, qui est disposé autour des conduits d'alimentation en combustible, solide 9 et en air tourbillonnant 12 ; ce conduit d'alimentation en air axial 13 comporte des cloisons ou nervures épaisses, dont le nombre est au moins égal au nombre d'obstacles 67 prévus dans le conduit d'alimentation en combustible solide 9, pour former au moins autant de canaux de passage de l'air axial que le brûleur comporte de canaux de passage du combustible solide, afin de permettre la formation d'au

moins un jet d'air distinct, associé à chaque veine du flux sortant de combustible solide ;

- le nombre de canaux et de cloisons prévus dans le conduit d'alimentation en air axial 13 peut être un multiple du nombre de 5 canaux et d'obstacles 67 prévus dans le conduit d'alimentation 9 en combustible solide, pour permettre la formation de plusieurs (au moins deux) jets d'air axial, associés à chacun des jets ou veines de combustible solide sortant de la buse du brûleur ;

- les canaux délimités dans le conduit d'alimentation en air 13 par 10 les cloisons et/ou les orifices de sortie d'air et/ou les jets d'air sortant de ces canaux, sont décalés angulairement par rapport aux canaux délimités par les obstacles 67 du conduit d'alimentation en combustible solide 9 et/ou par rapport aux orifices de sortie de combustible solide et/ou aux veines de combustible solide sortant de la buse, dans le sens 15 de rotation imprimée au combustible et aux flammes par le flux d'air tourbillonnant délivré par le conduit d'alimentation 12 en air muni d'ailettes ou déflecteurs ;

- les canaux et/ou les jets d'air axial sortant de ces canaux peuvent 20 être inclinés axialement dans le sens de la rotation des flammes et du flux d'air tourbillonnant, et/ou également divergents par rapport à l'axe longitudinal commun de la buse 1 de brûleur et de ces conduits d'alimentation.

## REVENDICATIONS

1. Brûleur comportant au moins deux conduits sensiblement concentriques d'alimentation en combustible et en air de combustion primaire représentant au maximum 15% de l'air total, lesquels conduits 5 forment ensemble une buse (1) d'axe XX' à la sortie de laquelle peut se réaliser le début de la combustion (2) et autour de laquelle est amené l'air secondaire (3) représentant au moins 85% de l'air total et ayant une température de plus de 500 °C, caractérisé en ce qu'il comporte au moins quatre circuits d'alimentation indépendants dont l'un alimente 10 un conduit annulaire (4) entourant l'ensemble (1) desdits conduits d'alimentation en combustible et en air primaire, à l'intérieur duquel est injecté du gaz appauvri en oxygène, et à l'extérieur duquel est amené l'air secondaire (3), le bord interne (5<sub>1</sub>) de l'orifice de sortie (5) dudit conduit annulaire (4) étant décalé radialement par rapport au bord 15 externe (6<sub>1</sub>) du conduit concentrique le plus externe de la buse (1) par un moyeu annulaire (6) d'épaisseur d'au moins 25 mm et de 3 à 8 % du diamètre D de ladite buse.

2. Brûleur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'orifice de sortie (5) dudit conduit annulaire (4) diverge et forme un 20 angle  $\alpha$  compris entre 2 et 10° par rapport à l'axe XX' du brûleur.

3. Brûleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que la vitesse de sortie  $V_g$  du gaz appauvri en oxygène est plus faible que celle  $V_c$  de l'air primaire, et de l'ordre de grandeur de celle  $V_s$  de l'air secondaire.

25 4. Brûleur suivant la revendication 3 caractérisé en ce que la vitesse de sortie  $V_g$  du gaz appauvri en oxygène est de l'ordre de 10 à 50 m par seconde.

5. Brûleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit gaz appauvri en oxygène est du gaz de fumée 30 recyclé, ou de la vapeur d'eau, ou un mélange de fumées et de vapeur d'eau.

6. Brûleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'orifice (5) dudit conduit annulaire (4) est continu.

7. Brûleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, 5 caractérisé en ce que l'orifice (5) de sortie dudit conduit annulaire (4) est discontinu et comporte plusieurs ouvertures (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>).

8. Brûleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte à l'extérieur de la protection (7) du conduit concentrique le plus externe et vers l'orifice de sortie (5) de 10 celui-ci, des obstacles (7<sub>1</sub>) aptes à dévier et écarter de l'axe XX' de la buse (1) le flux du courant d'air secondaire (3).

9. Brûleur suivant la revendication 8, caractérisé en ce que lesdits obstacles (7<sub>1</sub>) forment une couronne continue en forme de cône divergent depuis la surface continue externe de la protection (7).

10. Brûleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, 15 caractérisé en ce que les orifices de sortie des conduits d'alimentation en air primaire sont disposés radialement à l'extérieur de toute ouverture de sortie de combustible (9, 10), et alimentent la buse (1) en air axial et en air tourbillonnant par au moins deux conduits (12, 13) 20 concentriques, un conduit central (8) étant partiellement obturé par un stabilisateur (8) de flammes formant une bride entourant son ouverture centrale (10<sub>1</sub>) où débouche une canne (10) d'alimentation en combustible et comportant des ouvertures (15) pour le passage d'une petite partie de l'air de combustion primaire.

1/4

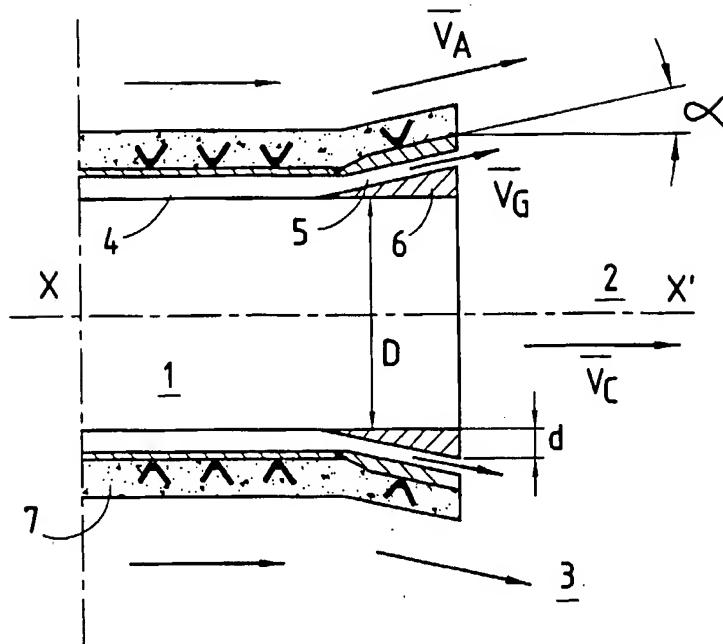


FIG.1

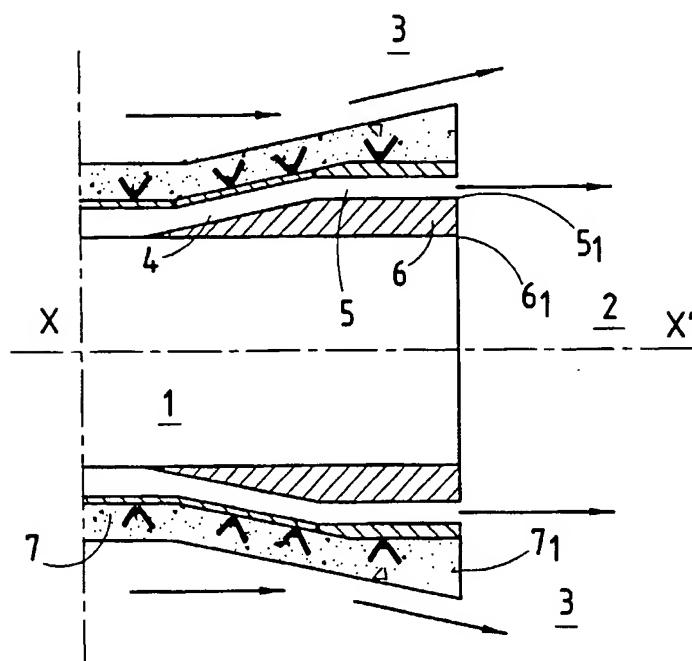


FIG.2

2/4

FIG.3

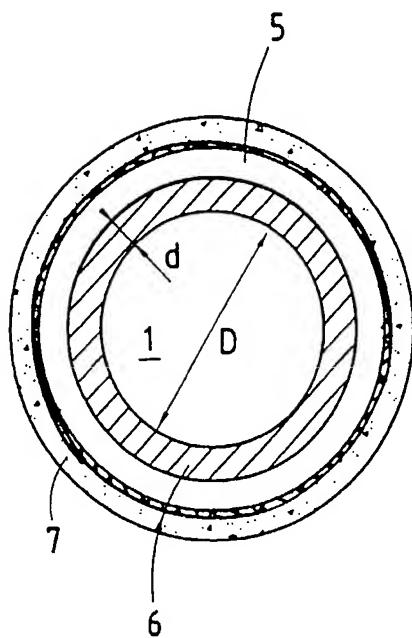


FIG.4A

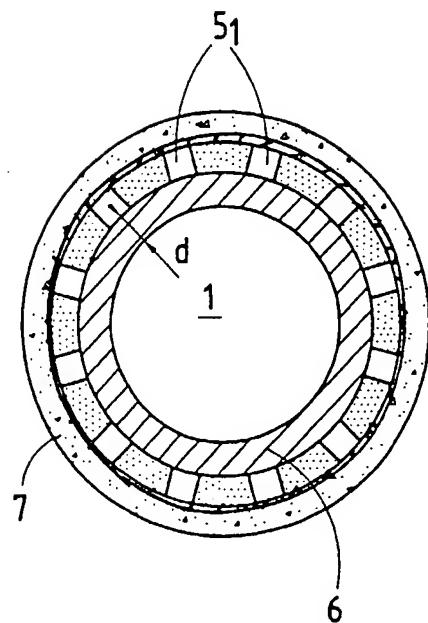
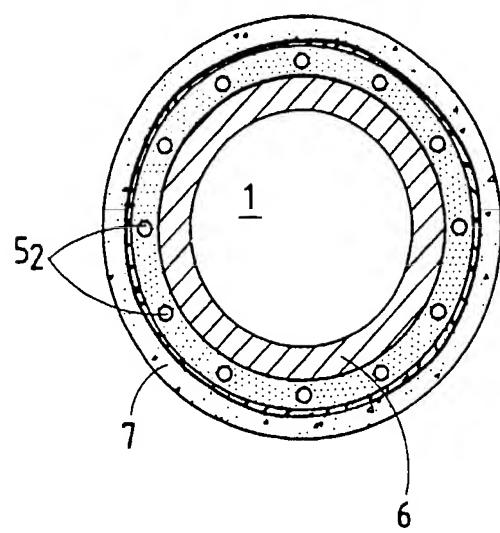


FIG.4B



3/4

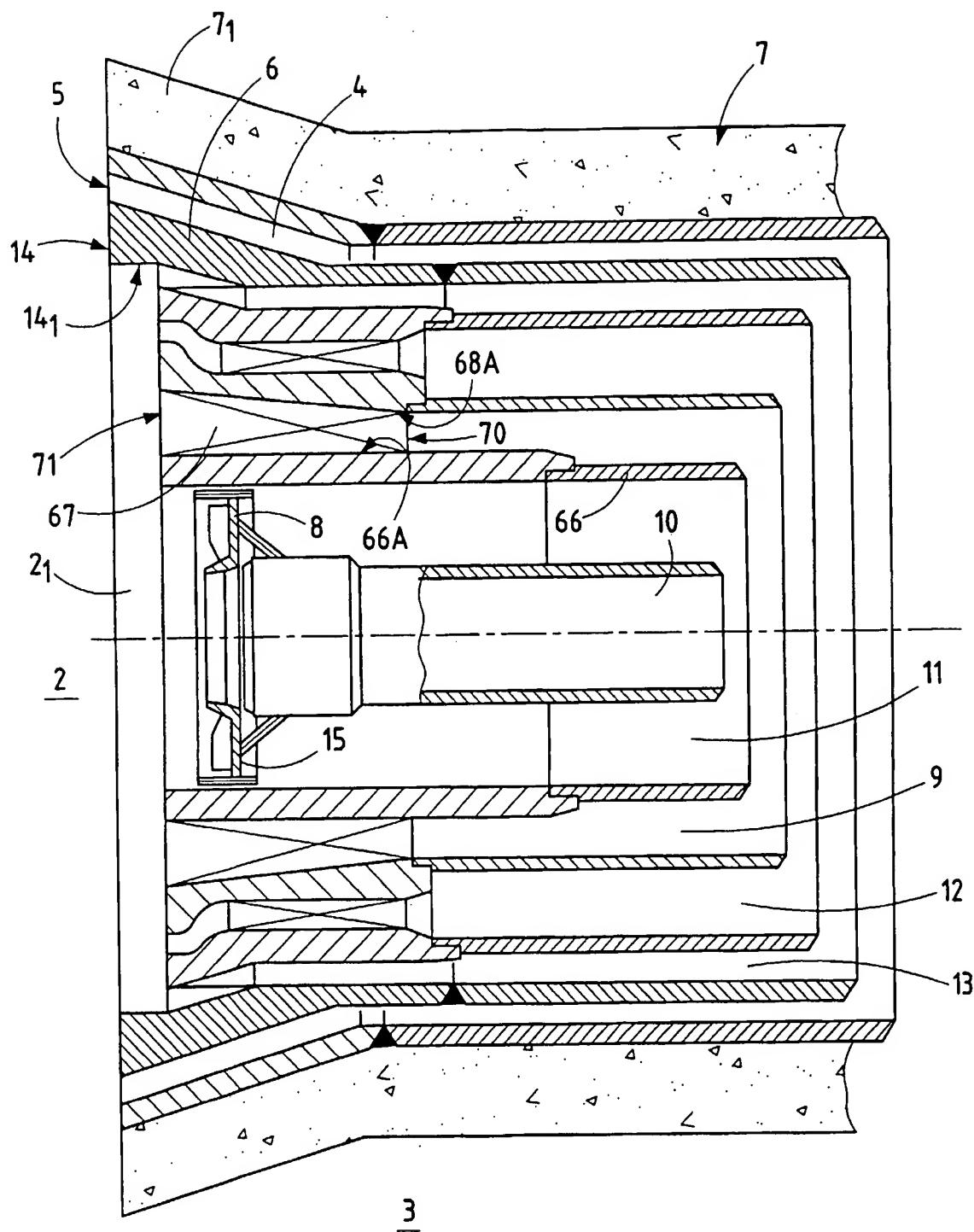


FIG.5

4/4

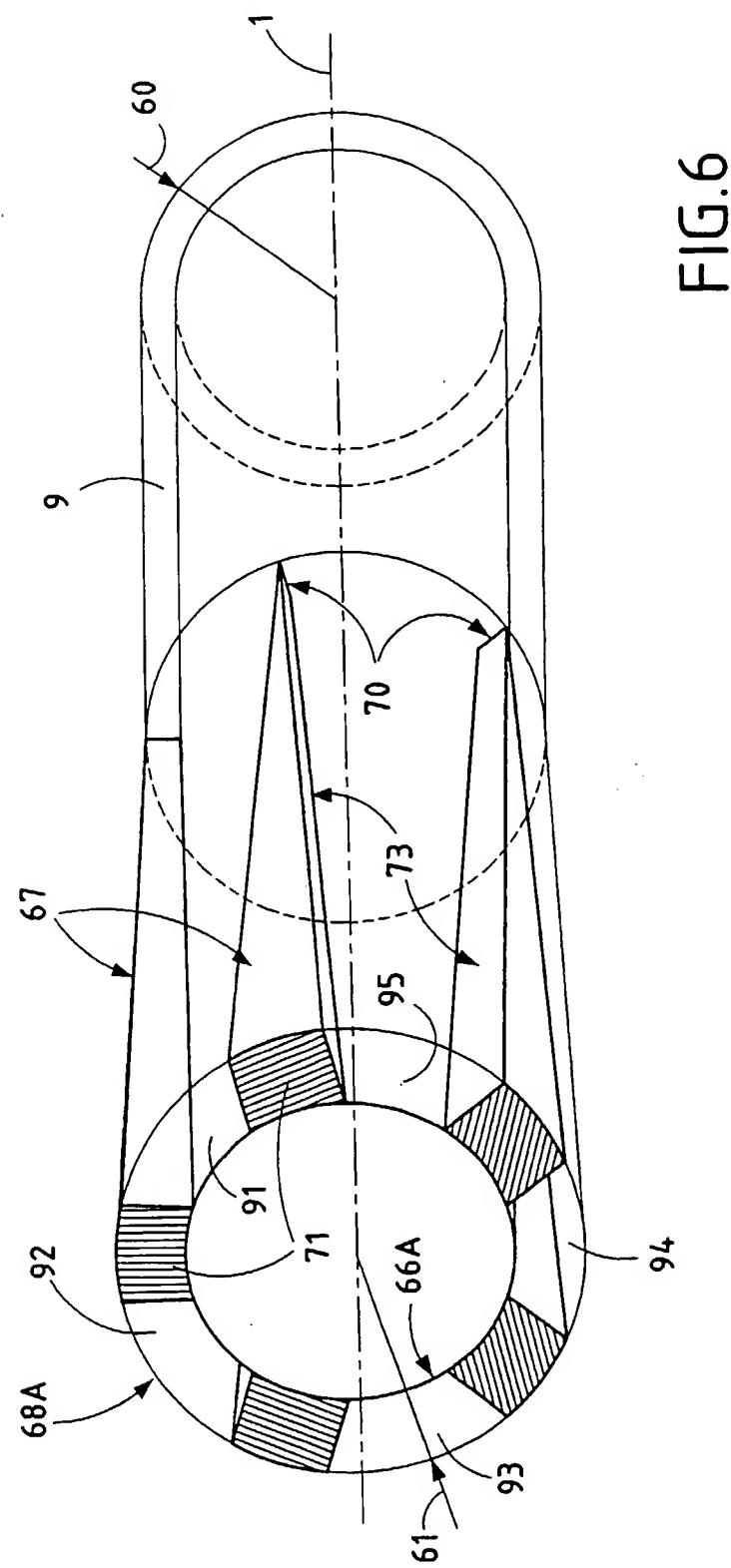


FIG. 6

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 551405  
FR 9716740

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	US 4 023 921 A (ANSON DONALD) 17 mai 1977 * colonne 1, ligne 5 - ligne 10 * * colonne 1, ligne 49 - ligne 66 * * colonne 3, ligne 26 - ligne 36 * * colonne 3, ligne 63 - ligne 67 * * revendication 4; figure 1 * --- 	1,3-6
A	EP 0 756 134 A (LENTJES KRAFTWERKSTECHNIK) 29 janvier 1997 * colonne 1, ligne 3 - ligne 8 * * colonne 1, ligne 40 - ligne 49 * * colonne 3, ligne 14 - ligne 21 * * colonne 4, ligne 48 - colonne 5, ligne 1 * * figure 6 * --- 	1,5,6,8, 9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 034 (M-1544), 19 janvier 1994 & JP 05 264015 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD), 12 octobre 1993 * abrégé * --- 	1
D,A	EP 0 421 903 A (PILLARD CHAUFFAGE) 10 avril 1991 * colonne 1, ligne 1 - ligne 4 * * colonne 1, ligne 39 - ligne 49 * * colonne 7, ligne 6 - ligne 21 * * figure 5 * --- 	8-10
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F23C F23D F23F F23L
1		
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
4 septembre 1998		Mougey, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant		
EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)		